

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-356647

(43) Date of publication of application : 26.12.2000

G01P 21/00
G01C 19/00
G01C 21/00

(71)Applicant : DENSO CORP

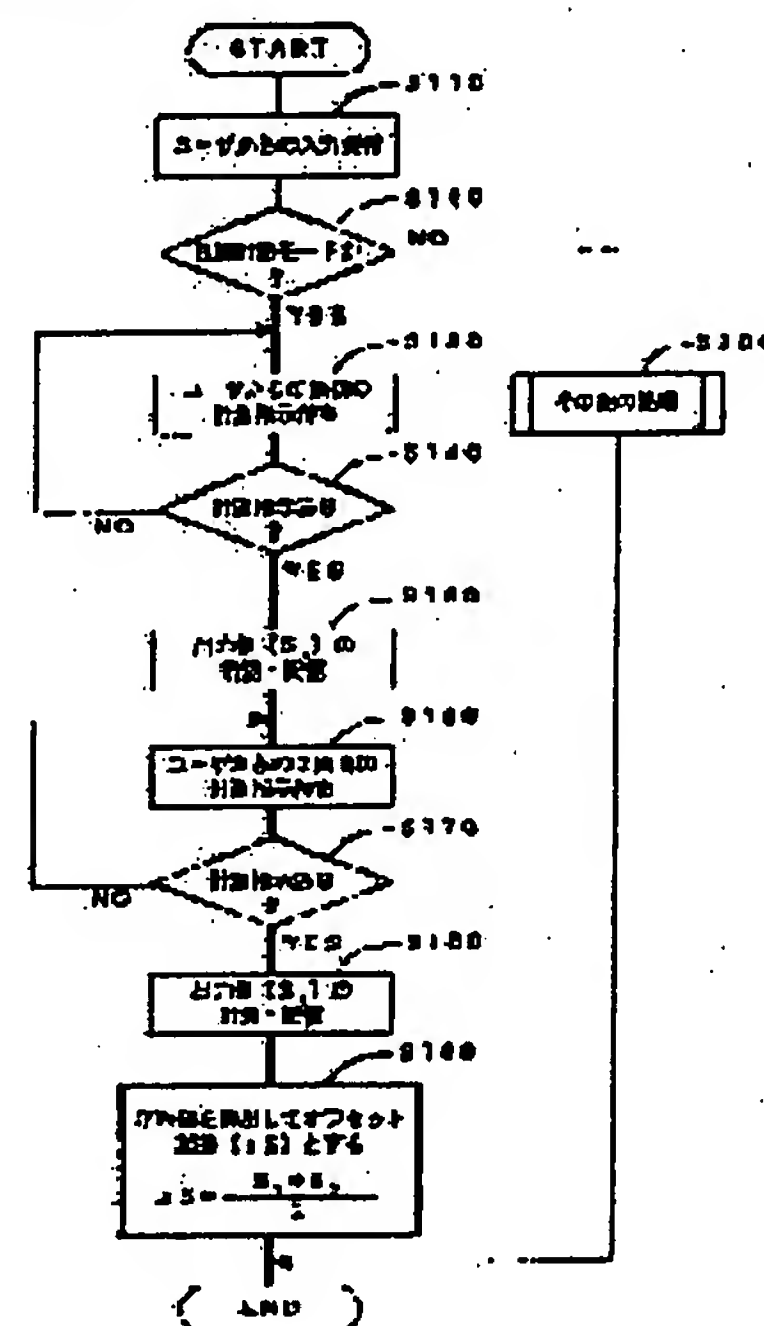
(72)Inventor : SASAKI TOSHIYUKI
HOTEHAMA TAKESHI
MATSUBARA YOSHIYUKI
TAKAMI MASAYUKI

(54) METHOD AND DEVICE FOR DETECTING OFFSET ERROR OF ACCELERATION SENSOR, PRESENT POSITION DETECTION DEVICE FOR VEHICLE, AND NAVIGATION DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make properly detectable an offset error specific to a sensor such as an acceleration sensor used for detecting a present position by self-contained navigation calculation and not requiring wiring to an ECU.

SOLUTION: A general expression of an output value S of an acceleration sensor is $S = a + g \sin \theta + \epsilon$; S . Because a travel direction acceleration a is $a = 0$ in a halting state of a vehicle, the output value S_1 of the acceleration sensor measured according to measurement indication is $S_1 = g \sin \theta + \epsilon$; S_1 (S150). Then, an output value S_2 of the acceleration sensor measured according to second measurement indication inputted in a state that the vehicle is halted with the vehicle back to front at the same position is $S_2 = -g \sin \theta + \epsilon$; S_2 (S180). The offset errors ϵ ; S_1 , ϵ ; S_2 are values intrinsic to the sensor, and are constant regardless of a road surface condition. Accordingly, because ϵ ; $S_1 = \epsilon$; $S_2 = \epsilon$; S is assumed, $S_1 + S_2 = 2\epsilon$; S is gotten. Hence, a mean value $(S_1 + S_2)/2$ of the sensor output values S_1 , S_2 is equal to the offset error ϵ ; S (S190).



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of]

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-356647

(P 2 0 0 0 - 3 5 6 6 4 7 A)

(43) 公開日 平成12年12月26日 (2000. 12. 26)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
G01P 21/00		G01P 21/00	2F029
G01C 19/00		G01C 19/00	Z 2F105
21/00		21/00	D

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全15頁)

(21) 出願番号 特願平11-166643

(22) 出願日 平成11年6月14日 (1999. 6. 14)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 佐々木 利行

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72) 発明者 保手浜 剛

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(74) 代理人 100082500

弁理士 足立 勉

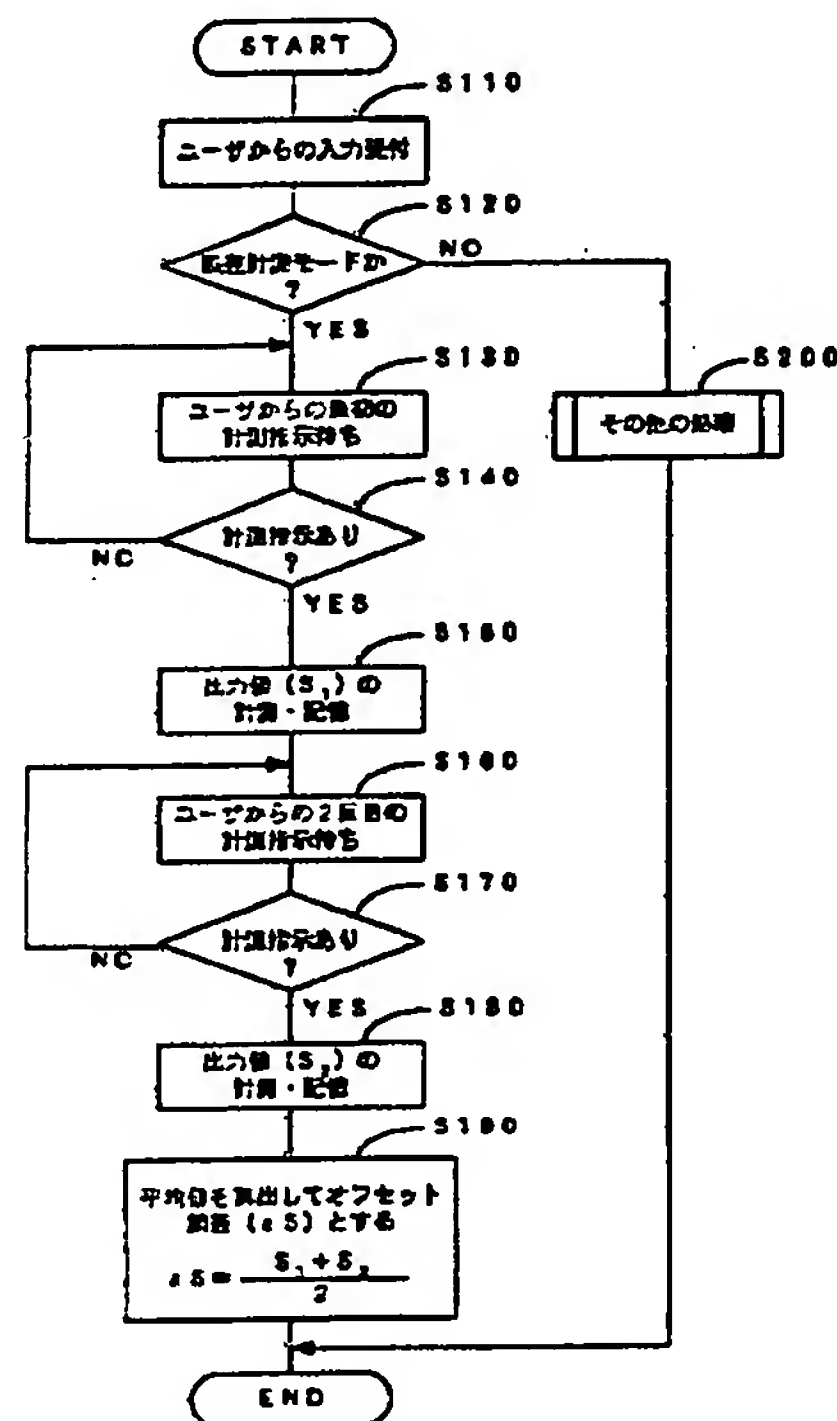
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 加速度センサのオフセット誤差検出方法及び装置、車両用現在位置検出装置、ナビゲーション装置

(57) 【要約】

【課題】 加速度センサなどのように自立航法演算による現在位置検出に用いられ、ECUへの配線が不要なセンサの固有のオフセット誤差を適切に検出する。

【解決手段】 加速度センサの出力値Sの一般式は、 $S = \alpha + g \sin \theta + \varepsilon S$ である。車両停止状態では進行方向加速度 $\alpha = 0$ であり、計測指示に応じて計測した加速度センサの出力値は、 $S_1 = g \sin \theta + \varepsilon S_1$ となる (S150)。その後、車両を同位置で前後反転させて停止させた状態で入力された2回目の計測指示に応じて計測した加速度センサの出力値は、 $S_2 = -g \sin \theta + \varepsilon S_2$ となる (S180)。オフセット誤差 εS_1 、 εS_2 はセンサ固有の値であり路面状況によっては不変である。そのため $\varepsilon S_1 = \varepsilon S_2 = \varepsilon S$ としてよく、 $S_1 + S_2 = 2 \varepsilon S$ と変形できる。したがって、センサ出力値 S_1 、 S_2 の平均値 $(S_1 + S_2) / 2$ がオフセット誤差 (εS) となる (S190)。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】車両用現在位置検出装置に用いられる加速度センサのオフセット誤差検出方法であって、

前記車両を停止させた状態で前記加速度センサの出力値 S_1 を取得し、

その後、前記車両を同位置において 180 deg 反転させて停止させた状態で前記加速度センサの出力値 S_2 を取得し、

前記取得した 2 つのセンサ出力値 S_1 、 S_2 の平均値をオフセット誤差として検出することを特徴とする加速度センサのオフセット誤差検出方法。

【請求項 2】車両用現在位置検出装置に用いられる加速度センサのオフセット誤差検出装置であって、

利用者からのセンサ出力値取得指令を入力するための指令入力手段と、

前記車両を停止させた状態で前記指令入力手段を介してなされた取得指令に基づき、前記加速度センサの出力値 S_1 を取得する第 1 の取得手段と、

該第 1 の取得手段によって出力値 S_1 が取得された後、前記車両を同位置において 180 deg 反転させて停止させた状態で前記指令入力手段を介してなされた取得指令に基づき、前記加速度センサの出力値 S_2 を取得する第 2 の取得手段と、

前記第 1 及び第 2 の取得手段によって取得した 2 つのセンサ出力値 S_1 、 S_2 の平均値を算出する平均値算出手段と、

を備え、該平均値算出手段にて算出された平均値をオフセット誤差とすることを特徴とする加速度センサのオフセット誤差検出装置。

【請求項 3】車両用現在位置検出装置に用いられ、第 1 及び第 2 の 2 つの検出軸が車両の鉛直軸に対して任意角度傾けられた 2 軸の加速度センサのオフセット誤差検出方法であって、

前記車両を停止させた状態で、前記第 1 の検出軸による前記加速度センサの出力値の車両鉛直軸から 45 deg 傾いた向きにおける 45 deg 成分 S_1 及び前記第 2 の検出軸による前記加速度センサの出力値の車両鉛直軸から -45 deg 傾いた向きにおける -45 deg 成分 S_2 を取得し、

前記第 1、第 2 の検出軸による前記加速度センサの出力値の 45 deg 成分 S_1 、 -45 deg 成分 S_2 のオフセット誤差をそれぞれ εS_1 、 εS_2 、重力加速度を g とした場合に、 $(S_1 - \varepsilon S_1)^2 + (S_2 - \varepsilon S_2)^2 = g^2$ の関係が成立することに基づき、前記出力値成分の組

(S_1, S_2) を少なくとも異なる 3 組分取得し、各組に対応して S_1 、 S_2 平面上における中心座標 (S_1, S_2) 及び半径 g の円を想定し、それら複数の円の交点座標が $(\varepsilon S_1, \varepsilon S_2)$ となることに基づいて、前記第 1、第 2 の検出軸のオフセット誤差 εS_1 、 εS_2 を検出することを特徴とする加速度センサのオフセット誤差検出方

法。

【請求項 4】車両用現在位置検出装置に用いられ、第 1 及び第 2 の 2 つの検出軸が車両の鉛直軸に対して任意角度傾けられた 2 軸の加速度センサのオフセット誤差検出装置であって、

前記加速度センサの出力値の変化に基づいて車両の停止状態を判定する停止判定手段と、

該停止判定手段にて車両が停止状態であると判定された場合に、前記第 1 の検出軸による前記加速度センサの出力値の車両鉛直軸から 45 deg 傾いた 45 deg 成分 S_1 及び前記第 2 の検出軸による前記加速度センサの出力値の車両鉛直軸から -45 deg 傾いた -45 deg 成分 S_2 を取得する取得手段と、

前記第 1、第 2 の検出軸による前記加速度センサの出力値の 45 deg 成分、 -45 deg 成分のオフセット誤差をそれぞれ εS_1 、 εS_2 、重力加速度を g とした場合に、 $(S_1 - \varepsilon S_1)^2 + (S_2 - \varepsilon S_2)^2 = g^2$ の関係が成立することに基づき、

前記取得手段にて前記出力値成分の組 (S_1, S_2) を少なくとも異なる 3 組分取得し、各組に対応して S_1 、 S_2 平面上における中心座標 (S_1, S_2) 及び半径 g の円を描画し、それら複数の円の交点座標 $(\varepsilon S_1, \varepsilon S_2)$ を算出する交点座標算出手段と、

を備え、該交点座標算出手段にて算出された交点座標 $(\varepsilon S_1, \varepsilon S_2)$ を前記第 1、第 2 の検出軸のオフセット誤差 εS_1 、 εS_2 とすることを特徴とする加速度センサのオフセット誤差検出装置。

【請求項 5】車両用現在位置検出装置に用いられ、第 1 及び第 2 の 2 つの検出軸が車両の鉛直軸に対して任意角度傾けられた 2 軸の加速度センサのオフセット誤差検出方法であって、

前記車両を停止させた状態で、前記第 1 の検出軸による前記加速度センサの出力値の車両鉛直軸から 45 deg 傾いた向きにおける 45 deg 成分 S_1 及び前記第 2 の検出軸による前記加速度センサの出力値の車両鉛直軸から -45 deg 傾いた向きにおける -45 deg 成分 S_2 を取得し、

前記第 1、第 2 の検出軸による前記加速度センサの出力値の 45 deg 成分 S_1 、 -45 deg 成分 S_2 のオフセット誤差をそれぞれ εS_1 、 εS_2 、重力加速度を g とした場合に、 $(S_1 - \varepsilon S_1)^2 + (S_2 - \varepsilon S_2)^2 = g^2$ の関係が成立することに基づき、前記出力値成分の組

(S_1, S_2) を少なくとも異なる 3 組分取得し、それら 3 組の出力値成分の S_1 、 S_2 平面上における近似直線を接線とする円であって、3 組の出力値成分の重心を接点とする半径 g の円を想定し、その円の中心座標が $(\varepsilon S_1, \varepsilon S_2)$ となることに基づいて、前記第 1、第 2 の検出軸のオフセット誤差 εS_1 、 εS_2 を検出することを特徴とする加速度センサのオフセット誤差検出方法。

【請求項 6】車両用現在位置検出装置に用いられ、第 1

及び第 2 の 2 つの検出軸が車両の鉛直軸に対して任意角度傾けられた 2 軸の加速度センサのオフセット誤差検出装置であって、

前記加速度センサの出力値の変化に基づいて車両の停止状態を判定する停止判定手段と、

該停止判定手段にて車両が停止状態であると判定された場合に、前記第 1 の検出軸による前記加速度センサの出力値の車両鉛直軸から 45 deg 傾いた 45 deg 成分 S_1 、及び前記第 2 の検出軸による前記加速度センサの出力値の車両鉛直軸から -45 deg 傾いた -45 deg 成分 S_2 を取得する取得手段と、

前記第 1、第 2 の検出軸による前記加速度センサの出力値の 45 deg 成分、 -45 deg 成分のオフセット誤差をそれぞれ εS_1 、 εS_2 、重力加速度を g とした場合に、 $(S_1 - \varepsilon S_1)^2 + (S_2 - \varepsilon S_2)^2 = g^2$ の関係が成立することに基づき、前記出力値成分の組 (S_1, S_2) を少なくとも異なる 3 組分取得し、それら少なくとも 3 組の出力値成分の S_1 、 S_2 平面上における近似直線を接線とする円であって、少なくとも 3 組の出力値成分の重心を接点とする半径 g の円を想定し、その円の中心座標 $(\varepsilon S_1, \varepsilon S_2)$ を算出する中心座標算出手段と、

を備え、該中心座標算出手段にて算出された中心座標 $(\varepsilon S_1, \varepsilon S_2)$ を前記第 1、第 2 の検出軸のオフセット誤差 εS_1 、 εS_2 とすることを特徴とする加速度センサのオフセット誤差検出装置。

【請求項 7】車両の方位変化量に応じた信号を出力する方位センサと、

車両に加わる加速度に応じた信号を出力する加速度センサと、

前記方位センサの出力値に基づいて算出される方位変化量及び前記加速度センサの出力値に基づいて算出される移動距離を用いて自立航法演算を行い、車両の相対的な現在位置を算出する相対位置算出手段と、

を備える車両用現在位置検出装置において、

さらに、

前記請求項 2、4、6 のいずれか記載のオフセット誤差検出装置と、当該オフセット誤差検出装置によって検出した前記加速度センサのオフセット誤差に基づいて前記加速度センサの出力値を補正する補正手段とを備え、

前記相対位置算出手段は、前記補正手段にて補正された加速度センサの出力値に基づき算出した移動距離を用いて前記自立航法演算を行うことを特徴とする車両用現在位置検出装置。

【請求項 8】請求項 7 記載の車両用現在位置検出装置において、

さらに、

車両のピッチ方向の角速度に応じた信号を出力するピッチレートセンサと、車両の停止状態を判定する停止判定手段と、

該停止判定手段にて車両が停止状態であると判定された場合に、前記ピッチレートセンサの出力値を取得する停止時出力値取得手段と、

該停止時出力値取得手段にて取得した出力値を前記ピッチレートセンサのオフセット誤差とし、そのオフセット誤差に基づいて前記ピッチレートセンサの出力値を補正する補正手段と、

該補正手段にて補正されたピッチレートセンサの出力値及び前記加速度センサの出力値に基づいて路面傾斜角を算出し、前記加速度センサの出力値から路面傾斜角による影響を除去する除去手段とを備えることを特徴とする車両用現在位置検出装置。

【請求項 9】請求項 7 又は 8 記載の車両用現在位置検出装置において、

さらに、

電波航法用の電波を受信し、車両の絶対的な現在位置及び進行方向を出力する電波受信機と、

前記相対位置算出手段によって算出した相対的な現在位置を、前記電波受信機からの出力値に基づいて補正する現在位置補正手段とを備えることを特徴とする車両用現在位置検出装置。

【請求項 10】請求項 7～9 のいずれか記載の車両用現在位置検出装置と、

道路地図データを含む地図データが記憶された地図データ記憶手段と、

前記車両用現在位置検出装置にて検出された車両の現在位置周辺の道路地図データを前記地図データ記憶手段から読み出して道路地図として表示すると共に、その道路地図上に車両の現在位置を識別可能に表示する地図表示手段とを備えることを特徴とするナビゲーション装置。

【請求項 11】請求項 10 に記載のナビゲーション装置において、

さらに、前記地図表示手段に表示した道路地図上に、予め設定された目的地までの経路及び前記車両用現在位置検出装置によって検出された車両の現在位置を識別可能に表示し、前記目的地までの経路と車両の現在位置との関係を考慮して、所定の経路案内を行う経路案内手段を備えることを特徴とするナビゲーション装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば自立航法演算による現在位置を検出するために用いるセンサのオフセット誤差を検出する技術に関し、さらに検出したオフセット誤差に基づいて補正したセンサ出力値に基づいて現在位置を検出したり、ナビゲーションを行う技術に関する。

【0002】

【従来の技術】自動車の走行に伴って移動していく現在位置をディスプレイ上に道路地図と共に表示したり、現在地から目的地までの適切な経路を設定し、経路案内を

行うナビゲーション装置が知られており、より円滑なドライブに寄与している。

【0003】このような車両の現在位置の表示や経路案内に際しては、車両の現在位置を検出することが基本である。そして、その車両用の現在位置検出においては、例えばジャイロ스코ープからの出力値に基づいて算出される方位変化量及び車速センサからの出力値に基づいて算出される移動距離を用いて推測航法演算を行うものが基本技術として知られている。

【0004】車速センサは、車速パルスのような速度信号を取り出しており、車両にナビゲーション装置を後付けする場合には、配線工事が必要となってユーザへの負担がかかる。また、車両の種類によっては設計上の問題からは配線できない場合も考えられる、さらには、ECU（電子制御装置）に対して配線工事をする事となるため、ECUが誤動作する危険も拭いきれない。

【0005】そのため、ECUへの配線を必要とせずに移動距離を算出する手段として、車両進行方向における加速度を検出する加速度センサやジャイロセンサを用いることが考えられる。但し、加速度センサやジャイロセンサは零点が経時変化や温度変化などの外的要因によって変動するので、センサ出力には誤差が含まれる。特に加速度センサは、車両が坂道走行するような場合など、地球の重力加速度の進行方向成分を検出してしまいうので、精度良く加速度を検出できない状況が生じ易い。そして、このように加速度センサやジャイロセンサの出力値に誤差が含まれるような場合には、その出力値を用いて演算される車両の移動距離や移動方位にも誤差が含まれる。この誤差は累積演算されていくため、車両の移動時間の長さに伴って誤差も累積され、無視できないほど大きな誤差になるという問題点を有していた。

$$S = \alpha + g \sin \theta + \varepsilon S$$

但し、 α ：路面に平行な車両の進行方向加速度

g ：重力加速度

θ ：路面の傾斜角

εS ：加速度センサのオフセット誤差

この加速度センサは、車両用現在位置検出装置に用いられるものであり、例えば加速度センサの出力値（加速度）を積分して速度を求めたり、さらに積分して移動距離を求めたりする。この場合、上記式1 a 中の α 以外の項は、真の速度や移動距離を求める際には誤差となる。

θ は路面状況に応じて変化するため、別途路面の傾斜角

$$S_1 = g \sin \theta + \varepsilon S_1$$

②次に、車両を同位置において180度反転させて停止させた状態で加速度センサの出力値 S_2 を取得する。上記①の場合と路面の傾斜が同じ（ θ が等しい）で

$$S_2 = -g \sin \theta + \varepsilon S_2$$

③そして、取得した2つのセンサ出力値 S_1 、 S_2 の平均値を算出し、その平均値をオフセット誤差として検出する。ここで、このようにセンサ出力値 S_1 、 S_2 の平均値

【0006】これらの問題を解決する目的でなされた特開平9-96535号に記載の発明は、車両の加速度がゼロのときに加速度センサの出力値からピッチ角を算出し、このピッチ角を進行方向加速度の補正に用いるようにしている。また、特開平8-327378号に記載の発明では、停車時に車両の前後方向に加わる重力成分から路面の前後方向傾斜角を算出し、車両走行時に車両のピッチ角方向速度を検出する角速度センサの検出信号を積分することにより、路面の傾斜角度の変化を算出し、加速度センサの検出信号への重力加速度成分の影響を除去することが開示されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、これら先行技術に開示された方法では、路面の傾斜角の影響は除去できるかもしれないが、加速度センサ固有のオフセット誤差（零点出力値）を取り除くことはできない。

【0008】そこで、本発明は、加速度センサなどのように自立航法演算による現在位置を検出するために用い、ECUへの配線を必要としないセンサの固有のオフセット誤差を適切に検出する方法及び装置を提供することを目的とする。また、その検出したオフセット誤差に基づいて補正したセンサ出力値に基づいて現在位置を検出する装置やナビゲーション装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段および発明の効果】

(1) 請求項1、2について

請求項1記載の発明は、車両用現在位置検出装置に用いられる加速度センサのオフセット誤差を検出する方法である。加速度センサの出力値 S の一般式は、下記の式1 a にて表される。

……式1 a

を算出する必要があるが、 εS はセンサ固有の値であり路面状況によっては不変である。

【0010】そこで、次の手順でオフセット誤差を検出する。

①車両を停止させた状態で加速度センサの出力値 S_1 を取得する。停車時は、路面に平行な車両の進行方向加速度 α が0であるため、この場合のオフセット誤差を εS_1 とすると、上記式1 a は下記の式1 b のように表される。

……式1 b

あるため、この場合のオフセット誤差を εS_2 とすると、下記式1 c のように表される。

……式1 c

がオフセット誤差となり得る点について説明する。

【0011】上記式1 b、1 c を加算すると、下記式1 e のように変形できる。

$$S_1 + S_2 = \varepsilon S_1 + \varepsilon S_2$$

オフセット誤差 εS_1 , εS_2 は、上述したようにセンサ固有の値であり路面状況によつては不変である。したがって、 $\varepsilon S_1 = \varepsilon S_2 = \varepsilon S$ としよ。

$$S_1 + S_2 = 2 \varepsilon S$$

したがって、オフセット誤差 εS は、下記式1 f のよう

$$\varepsilon S = (S_1 + S_2) / 2$$

式1 f のように求められる加速度センサのオフセット誤差 εS は、基本的には不変であるので、車両に取り付けた後、一度実施するだけでよい。なお、「基本的には不変」としたのは、例えば経時変化で多少の変化を生じる場合もあるからである。その点を考慮するのであれば、適当な期間が経過した時点で再度実施すればよい。

【0013】請求項2に示す発明は、請求項1に示したオフセット誤差検出方法を実施するための装置としての一例である。当該装置は、利用者からのセンサ出力値取得指令を入力するための指令入力手段を備えている。これは、車両の運転席の近くに操作スイッチとして設けておくことが考えられる。また、ナビゲーション用あるいはテレビ映像表示用として液晶表示装置などがある場合には、いわゆるタッチパネルを設けておき、画面上を指などでタッチすることで入力できるようにしてもよい。

【0014】そして、第1の取得手段は、車両を停止させた状態で指令入力手段を介してなされた取得指令に基づき、加速度センサの出力値 S_1 を取得する。また、第2の取得手段は、第1の取得手段によって出力値 S_1 が取得された後、車両を同位置において180deg反転させて停止させた状態で指令入力手段を介してなされた取得指令に基づき、加速度センサの出力値 S_2 を取得する。つまり、利用者は第1の取得手段によって出力値 S_1 が取得された後、車両を同位置において180deg反転させて停止させる。その後、取得指令を入力するのである。

$$\begin{aligned} S_1 &= \alpha \cos(\pi/4) + g \cos\{(\pi/4) - \theta\} + \varepsilon S_1 \\ S_2 &= -\alpha \cos(\pi/4) + g \cos\{(\pi/4) + \theta\} + \varepsilon S_2 \end{aligned}$$

……式2 a

但し、 α : 路面に平行な車両の進行方向加速度

g : 重力加速度

θ : 路面の傾斜角

εS_1 : 第1の検出軸による加速度センサのオフセット誤差

εS_2 : 第2の検出軸による加速度センサのオフセット誤差

$$\begin{aligned} S_1 &= g \cos\{(\pi/4) - \theta\} + \varepsilon S_1 \\ S_2 &= g \cos\{(\pi/4) + \theta\} + \varepsilon S_2 \end{aligned}$$

そして、この式2 bを変形すると、下記の式2 c のよう

$$\begin{aligned} (S_1 - \varepsilon S_1)^2 + (S_2 - \varepsilon S_2)^2 &= g^2 [\cos\{(\pi/4) - \theta\}^2 + \cos\{(\pi/4) + \theta\}^2] \\ &= g^2 [\{\cos(\pi/4)\cos\theta + \sin(\pi/4)\sin\theta\}^2 \\ &\quad + \{\cos(\pi/4)\cos\theta - \sin(\pi/4)\sin\theta\}^2] \end{aligned}$$

……式1 d

【0012】そのため、上記式1 dは、下記式1 e のように変形される。

……式1 e

表される。

……式1 f

【0015】そして、平均値算出手段が、第1及び第2の取得手段によって取得した2つのセンサ出力値 S_1 , S_2 の平均値を算出し、その算出された平均値をオフセット誤差とする。このようにすれば、自立航法演算による現在位置を検出するために、ECUへの配線を必要としない加速度センサを用いても、そのセンサ固有のオフセット誤差を適切に検出できるため、そのオフセット誤差に基づいて補正すれば、誤差が累積演算されて無視できないほど大きな誤差になる、という問題を解消できる。

【0016】(2) 請求項3, 4について

請求項3記載の発明は、車両用現在位置検出装置に用いられる加速度センサのオフセット誤差を検出する方法ではあるが、第1及び第2の2つの検出軸が車両の鉛直軸に対して任意角度傾けられた2軸の加速度センサのオフセット誤差検出方法に関する。

【0017】ここで、第1及び第2の2つの検出軸が車両の鉛直軸に対して互いに反対方向に45degだけ傾けられた2軸の加速度センサを考える。つまり、第1の検出軸が車両の鉛直軸から45deg傾いているとすると、第2の検出軸は車両鉛直軸から-45deg傾いていることとなる。以下の説明では、第1の検出軸の方向を正として考える。

【0018】この場合の第1の検出軸による加速度センサの出力値 S_1 及び第2の検出軸による加速度センサの出力値 S_2 の一般式は、下記の式2 aにて表される。

そこで、次の手順でそれぞれのオフセット誤差 εS_1 , εS_2 を検出する。

【0019】①車両を停止させた状態で、第1の検出軸による加速度センサの出力値 S_1 及び第2の検出軸による加速度センサの出力値 S_2 を取得する。停車時は、路面に平行な車両の進行方向加速度 α が0であるため、この場合の上記式2 aは下記の式2 bのように表される。

……式2 b

になる。

9

$$\begin{aligned}
 &= g^2 [2 \{\cos(\pi/4)\cos\theta\}^2 + 2 \{\sin(\pi/4)\sin\theta\}^2] \\
 &= g^2 (\cos^2\theta + \sin^2\theta) \\
 &= g^2
 \end{aligned}$$

この $(S_1 - \varepsilon S_1)^2 + (S_2 - \varepsilon S_2)^2 = g^2$ という式は、 S_1, S_2 平面上における中心座標 $(\varepsilon S_1, \varepsilon S_2)$ 及び半径 g の円の方程式である。

【0020】②このことより、第1の検出軸による加速度センサの出力値 S_1 、及び第2の検出軸による加速度センサの出力値 S_2 は、上記方程式で表される円上に位置することとなる。したがって、出力値の組 (S_1, S_2) を少なくとも異なる3組分取得し、各組に対応して S_1, S_2 平面上における中心座標 $(\varepsilon S_1, \varepsilon S_2)$ 及び半径 g の円を想定すれば、それら複数の円の交点座標が上述した円の方程式における中心座標 $(\varepsilon S_1, \varepsilon S_2)$ となる。これによって、第1、第2の検出軸のオフセット誤差 $\varepsilon S_1, \varepsilon S_2$ を検出できる。

【0021】なお、「異なる3組」とは、出力値 S_1, S_2 自体が異なることを意味する。つまり、これらが異ならないと、少なくとも3つの異なる円が想定できず、それらの交点が一義的に定まらないからである。以上の説明においては、第1及び第2の2つの検出軸が車両の鉛直軸に対してそれぞれ 45 deg 、 -45 deg だけ傾けられた2軸の加速度センサを想定したが、それ以外の傾きを持つ2軸の加速度センサであっても、 45 deg 、 -45 deg 成分を考えれば同様に適用できる。つまり、任意の角度であっても、その取付角度が判れば、第1の検出軸の場合であれば 45 deg 成分、第2の検出軸の場合であれば -45 deg 成分を算出することは容易にできるので、その算出した出力値成分 (45 deg 成分、 -45 deg 成分) を用いて同様の処理を実行すればよい。

【0022】但し、2軸の場合には、上記想定したように、第1及び第2の2つの検出軸を車両の鉛直軸に対してそれぞれ 45 deg 、 -45 deg だけ傾けて取り付けることが一般的であると考えられるので、実際には、成分算出をせずに、出力値をそのまま用いることができる場合が多く、処理負荷の増大は招かない。

【0023】請求項4に示す発明は、請求項3に示したオフセット誤差検出方法を実施するための装置としての一例である。当該装置は、加速度センサの出力値の変化に基づいて車両の停止状態を判定し、停止状態の場合に、第1の検出軸による加速度センサの出力値の 45 deg 成分 S_1 、及び第2の検出軸による加速度センサの出力値の -45 deg 成分 S_2 を取得する。そして、出力値成分の組 (S_1, S_2) を少なくとも異なる3組分取得し、各組に対応して S_1, S_2 平面上における中心座標 $(\varepsilon S_1, \varepsilon S_2)$ 及び半径 g の円を描画する。なお、この描画は、人間が視認できるように描画する必要はなく、例えばメモリ上において描画すれば充分である。そして、それら複数の円の交点座標 $(\varepsilon S_1, \varepsilon S_2)$ を算出す

10

……式2c

る。上述したように、少なくとも3つの異なる円を描画すれば、それらの交点が一義的に定まるため、その交点座標 $(\varepsilon S_1, \varepsilon S_2)$ を第1、第2の検出軸のオフセット誤差 $\varepsilon S_1, \varepsilon S_2$ とすることができる。

【0024】(3) 請求項5、6について

上述した請求項3、4においては、出力値成分の組 (S_1, S_2) を少なくとも異なる3組分取得し、各組に対応して S_1, S_2 平面上における中心座標 $(\varepsilon S_1, \varepsilon S_2)$ 及び半径 g の円を想定し、それら複数の円の交点座標が $(\varepsilon S_1, \varepsilon S_2)$ となることに基づいて第1、第2の検出軸のオフセット誤差 $\varepsilon S_1, \varepsilon S_2$ を検出する手法であった。しかし、実際には、出力値成分の組 (S_1, S_2) は極端に異なる値を取ることはなく、また計測誤差なども存在するため、複数の円がある1点で交わらない場合も考えられる。したがって、このような計測誤差などを加味した場合でも第1、第2の検出軸のオフセット誤差 $\varepsilon S_1, \varepsilon S_2$ を検出するための手法として請求項5に示すものが考えられる。すなわち、出力値成分の組

(S_1, S_2) を少なくとも異なる3組分取得するまでは上述した請求項5と同じであるが、その後、それら少なくとも3組の出力値成分の S_1, S_2 平面上における近似直線を接線とする円であって、少なくとも3組の出力値成分に重心を接点とする半径 g の円を想定し、その円の中心座標が $(\varepsilon S_1, \varepsilon S_2)$ を求めることにより、第1、第2の検出軸のオフセット誤差 $\varepsilon S_1, \varepsilon S_2$ を検出するのである。

【0025】近似直線は、例えば最小2乗法などで近似した直線を用い、接点としては重心を用いる。具体的な求め方の一例を示す。

①少なくとも3組の出力値成分から最小2乗法で近似した直線を軸1とする。

②少なくとも3組の出力値成分の重心を通り、軸1に直交する直線を軸2とする。

【0026】③円の中心座標 $(\varepsilon S_1, \varepsilon S_2)$ の初期値を $(0, 0)$ とする。

④初期値から軸1方向に円の中心を2分法で移動し、円と少なくとも3組の出力値成分との距離の和が最小になる中心を探す。

⑤上記④で求めた中心から軸2方向に円の中心を2分法で移動し、円と少なくとも3組の出力値成分との距離の和が最小になる中心を探す。

【0027】⑥この円の中心座標 $(\varepsilon S_1, \varepsilon S_2)$ を第1、第2の検出軸のオフセット誤差 $\varepsilon S_1, \varepsilon S_2$ とする。

請求項6に示す発明は、請求項5に示したオフセット誤差検出方法を実施するための装置としての一例である。

当該装置は、加速度センサの出力値の変化に基づいて車

50

両の停止状態を判定し、停止状態の場合に、第1の検出軸による加速度センサの出力値の45deg成分 S_1 、及び第2の検出軸による加速度センサの出力値の-45deg成分 S_2 を取得する。そして、出力値成分の組(S_1 , S_2)を少なくとも異なる3組分取得し、それら少なくとも3組の出力値成分の S_1 , S_2 平面上における近似直線を接線とする円であって、少なくとも3組の出力値成分の重心を接点とする半径 g の円を想定し、その円の中心座標(εS_1 , εS_2)を算出する。この中心座標(εS_1 , εS_2)が第1, 第2の検出軸のオフセット誤差 εS_1 , εS_2 となる。

【0028】(4)請求項7について、

請求項7に記載の発明は、請求項2, 4, 6いずれか記載のオフセット誤差検出装置を備えた車両用現在位置検出装置である。本発明の車両用現在位置検出装置は、車両の方位変化量に応じた信号を出力する方位センサと、車両に加わる加速度に応じた信号を出力する加速度センサとを備えており、相対位置算出手段が、方位センサの出力値に基づいて算出される方位変化量及び加速度センサの出力値に基づいて算出される移動距離を用いて自立航法演算を行い、車両の相対的な現在位置を算出することを前提としている。

【0029】さらに、上述した請求項2又は4記載のオフセット誤差検出装置と、そのオフセット誤差検出装置によって検出した加速度センサのオフセット誤差に基づいて加速度センサの出力値を補正する補正手段とを備えている。そして、相対位置算出手段は、補正手段にて補正された加速度センサの出力値に基づき算出した移動距離を用いて自立航法演算を行うのである。

【0030】このようにすれば、自立航法演算による現在位置を検出するために、ECUへの配線を必要としない加速度センサを用いても、そのセンサ固有のオフセット誤差を適切に検出して補正できるため、誤差が累積演算されて無視できないほど大きな誤差になり正確な現在位置検出ができなくなる、という問題を解消できる。

【0031】(5)請求項8について

ところで、自立航法演算による現在位置を検出するための移動距離を求めるためには、車両の進行方向への加速度を求めて2回積分するという手法を採用できるのであるが、これまでの説明からも判るように、加速度センサの出力値には、上述の加速度センサのオフセット誤差以外にも、路面の傾斜角によって生じる誤差分($g \sin \theta$)が存在する。したがって、この傾斜角の影響を排除して真の進行方向加速度(α)を得るためにも、路面の傾斜角を検出するセンサが必要である。このセンサとしてピッチレートセンサが挙げられるため、請求項6に示すような車両用現在位置検出装置を採用することができる。

【0032】すなわち、請求項7記載の構成に加えて、さらに、車両のピッチ方向の角速度に応じた信号を出力

するピッチレートセンサと、車両の停止状態を判定する停止判定手段と、停止判定手段にて車両が停止状態であると判定された場合に、ピッチレートセンサの出力値を取得する停止時出力値取得手段と、停止時出力値取得手段にて取得した出力値をピッチレートセンサのオフセット誤差とし、そのオフセット誤差に基づいてピッチレートセンサの出力値を補正する補正手段と、補正手段にて補正されたピッチレートセンサの出力値及び加速度センサの出力値に基づいて路面傾斜角を算出し、加速度センサの出力値から路面傾斜角による影響を除去する除去手段とを備えるのである。

【0033】なお、ピッチ角はピッチレートセンサの出力を積分することによって求めるが、このピッチ角は絶対角度ではなく相対的に変化した角度しか判らない。一方、加速度センサの出力値から求めた路面傾斜角は車両が停止している状態での値である。したがって、車両停止時の路面傾斜角度 θ を基準として、ピッチレートセンサの出力値から求めたピッチ角度を足し込むことにより、走行中の車両において、任意のタイミングで路面傾斜角を検出することができるのである。

【0034】このように、ピッチレートセンサは加速度センサの出力値における傾斜角の影響を排除して真の進行方向加速度(α)を得るために用いることができるが、この場合にもセンサ固有のオフセット誤差があるため、そのオフセット誤差が累積演算されると無視できないほど大きな誤差になる、という問題が発生する。したがって、上述した加速度センサの場合と同様に、そのオフセット誤差を検出し、ピッチレートセンサの出力値を補正することが必要である。

【0035】そこで、角速度センサを車両ピッチ方向検出用に取り付けて構成したピッチレートセンサの出力値を車両停止状態で取得し、その取得した出力値をオフセット誤差として検出する。角速度センサの出力値 J の一般式は、下記の式3aにて表される。

$$J = \omega + \varepsilon J \quad \dots\dots \text{式 3 a}$$

但し、 ω ：角速度

εJ ：加速度センサのオフセット誤差

そして、停車中は $\omega = 0$ となるので、停車中の出力値 $J = \omega J$ がオフセット誤差となる。

【0036】したがって、除去手段が、補正手段にて補正されたピッチレートセンサの出力値及び加速度センサの出力値に基づいて路面傾斜角を算出し、加速度センサの出力値から路面傾斜角による影響を除去すれば、加速度センサのオフセット誤差による補正がなされた出力値 $S = \alpha + g \sin \theta$ 中における路面の傾斜角 θ による影響も除去でき、真に車両の進行方向の加速度を得ることができる。そのため、現在位置の正確な検出の実現に寄与できる。

【0037】(6)請求項9について

なお、現在位置の正確な検出という観点からは、次の構

成を採用しても良い。すなわち、請求項 9 に示すように、請求項 7 又は 8 記載の車両用現在位置検出装置において、さらに、電波航法用の電波を受信し、車両の絶対的な現在位置及び進行方向を出力する電波受信機と、相対位置算出手段によって算出した相対的な現在位置を、電波受信機からの出力値に基づいて補正する現在位置補正手段とを備えるのである。

【0038】この場合の電波航法用の電波として代表的なのが GPS 衛星からの電波であるが、この GPS 衛星からの電波による絶対位置情報は、100m 程度の誤差の発生を想定しておく必要がある。そのため、位置検出の精度向上のためには、自立航法演算によって算出した相対的な現在位置自体の精度を上げておく必要があるため、上述した加速度センサやピッチレートセンサのオフセット誤差による影響を排除しておくことが、車両の現在位置検出にとって非常に有益である。

【0039】(7) 請求項 10, 11 について
ところで、上述した車両用現在位置検出装置によって検出した車両用現在位置を用いて種々の処理を行うことが考えられる。例えば、請求項 10 に示すように、請求項 7~9 いずれか記載の車両用現在位置検出装置と、道路地図データを含む地図データが記憶された地図データ記憶手段と、車両用現在位置検出装置にて検出された車両の現在位置周辺の道路地図データを地図データ記憶手段から読み出して道路地図として表示すると共に、その道路地図上に車両の現在位置を識別可能に表示する地図表示手段とを備えるナビゲーション装置として実現することもできる。

【0040】また、その他にも、請求項 11 に示すように、請求項 10 記載のナビゲーション装置において、さらに、地図表示手段に表示した道路地図上に、予め設定された目的地までの経路及び車両用現在位置検出装置によって検出された車両の現在位置を識別可能に表示し、目的地までの経路と車両の現在位置との関係を考慮して、所定の経路案内を行う経路案内手段を備えるナビゲーション装置として実現することもできる。

【0041】(8) その他
なお、上述した加速度センサのオフセット誤差を検出する方法、ピッチレートセンサのオフセット誤差を検出する方法、現在位置検出装置における相対位置検出手段などをコンピュータシステムにて実現する機能は、例えば、コンピュータシステム側で起動するプログラムとして備えることができる。このようなプログラムの場合、例えば、フロッピーディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、ハードディスク等のコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録し、必要に応じてコンピュータシステムにロードして起動することにより用いることができる。この他、ROM やバックアップ RAM をコンピュータ読み取り可能な記録媒体として前記プログラムを記録しておき、この ROM あるいはバックアップ RAM をコ

ンピュータシステムに組み込んで用いても良い。

【0042】

【発明の実施の形態】以下、本発明が適用された実施例について図面を用いて説明する。なお、本発明の実施の形態は、下記の実施例に何ら限定されることなく、本発明の技術的範囲に属する限り、種々の形態を採り得ることは言うまでもない。

【0043】〔第 1 実施例〕図 1 は実施例のナビゲーション装置 1 の全体構成を示すブロック図である。本実施例のナビゲーション装置 1 は車両に搭載されたいわゆるカーナビゲーションシステムとして構成されており、車両の現在位置を検出するための位置検出器 12 と、各種道路交通情報を収集するため、無線電話回線を介して情報配信センタ 4 との間でデータ通信を行う通信装置 18 と、外部情報入出力装置 19 と、当該装置へ各種指令を入力するための操作スイッチ群 20 と、その操作スイッチ群 20 と同様の各種指令を入力可能な図示しないリモートコントロール端末（以下、リモコンと称す）からの信号を入力するリモコンセンサ 21 と、地図データ入力器 22 と、外部メモリ 24 と、計器板（インパネ）に表示画面が埋め込まれ、スピードメータやタコメータ等の表示の他、地図表示画面や TV 画面等の各種表示を行うための表示装置 26 と、位置検出器 12、操作スイッチ群 20、データ入力器 22 及び図示しないリモコンからの入力に応じて各種処理を実行し、通信装置 18、外部情報入出力装置 19、外部メモリ 24、表示装置 26 を制御するナビ制御回路 30 とを備えている。ここで、位置検出器 12 は、GPS (Global Positioning System) 用の人工衛星からの送信電波を GPS アンテナを介して受信し、車両の位置、方位、速度等を検出する GPS 受信機 12a と、車両に加わる回転運動の角速度に応じた検出信号を出力するものであって、「方位センサ」に相当するジャイロスコープ 12b と、車両の前後方向における加速度を検出するための加速度センサ 12c と、車両のピッチ動作方向に傾斜した角度（以下「ピッチ角」と称す。）を検出するためのピッチレートセンサ 12d とを備えている。

【0044】この内、加速度センサ 12c は、いわゆる 1 軸の加速度センサであり、図 3 に示すように、その感度方向が、車両の進行方向（前進方向）にプラスとなるように設定されている。また、本実施例のピッチレートセンサ 12d は、角速度センサをピッチ角方向検出用に取り付けたものである。

【0045】通信装置 18 は、公衆電話網との接続が可能な携帯電話又は自動車電話からなる無線電話装置 18a と、ナビ制御回路 30 からの指令に従って、無線電話装置 18a を介して決められた手順で外部情報源である情報配信センタとの接続を行うと共に、ナビ制御回路 30 からのデータを無線電話装置 18a を介して送信可能な形態に符号化し、また無線電話装置 18a を介して入

力されるデータを制御回路30にて処理可能な形態に復号化するモデム18bとを備えている。

【0046】一方、外部情報入出力装置19は、図示しないラジオアンテナを介してFM放送信号を受信したり、道路近傍に配置されたVICS (Vehicle Information and Communication System: 道路交通情報システム) サービス用の固定局から、電波ビーコン信号及び光ビーコン信号を受信する。この受信した情報はナビ制御回路30へ送られて処理される。また、外部へ情報を発信できるようにもされている。

【0047】次に、操作スイッチ群20としては、表示装置26と一体に構成され表示画面上に設定されるタッチスイッチもしくは表示装置26の周囲に設けられたメカニカルなキースイッチ等が用いられる。また、地図データ入力器22は、位置検出の精度向上のためのいわゆるマップマッチング用データ、地図データ及び目印データを含む各種データを入力するための装置である。記憶媒体としては、そのデータ量からCD-ROMやDVDを用いるのが一般的であるが、例えばメモ리카ード等の他の媒体を用いても良い。

【0048】表示装置26は、カラー表示装置であり、その表示画面には、位置検出器12から入力された車両現在位置マークと、地図データ入力器22より入力された地図データと、更に地図上に表示する誘導経路などを重ねて表示することができる。なお、表示装置26としては、例えばCRTや液晶ディスプレイあるいはプラズマディスプレイ等を用いることが考えられる。

【0049】ナビ制御回路30は通常のコンピュータとして構成されており、内部には、周知のCPU、ROM、RAM、I/O及びこれらの構成を接続するバスラインが備えられている。そして、GPS受信機12a、ジャイロスコープ12b、加速度センサ12c、ピッチレートセンサ12dからの出力に基づいて車両の現在位置や進行方向等、推測航法を行うためのデータを算出する。

【0050】また、本ナビゲーション装置1は、図示しないリモートコントロール端末(以下、リモコンと称する。)を介してリモコンセンサ21から、あるいは操作スイッチ群20により目的地の位置を入力すると、現在位置からその目的地までの最適な経路を自動的に選択して誘導経路を形成し表示する、いわゆる経路案内機能も備えている。このような自動的に最適な経路を設定する手法は、ダイクストラ法等の手法が知られている。なお、このような目的地までの経路の案内ではなく、単に車両の現在位置を地図上に重ねて表示する処理も常時行っている。つまり、不案内な地域においては、自車両が現在走行している位置が判るだけでも一種のナビゲート機能を発揮することとなるからである。

【0051】したがって、図2に示す現在位置検出部50及びナビゲーション実行部70は、ナビ制御回路30

の処理として実現されるものである。この内、現在位置検出部50は、加速度センサ12cからの検出信号に基づいて加速度センサ12cのオフセット誤差(ϵ_S)を計測するためのオフセット誤差計測部51及びそのオフセット誤差計測部51にて計測されたオフセット誤差(ϵ_S)を記憶しておくためのオフセット誤差記憶部52と、ピッチレートセンサ12dからの検出信号に基づいてピッチレートセンサ12dのオフセット誤差(ϵ_J)を計測するためのオフセット誤差計測部61及びそのオフセット誤差計測部61にて計測されたオフセット誤差(ϵ_J)を記憶しておくためのオフセット誤差記憶部62とを備えている。また、それ以外にも、停止判定部53と、傾斜角演算部54と、車速演算部55と、移動距離演算部56と、相対位置演算部57と、位置演算部58と、ジャイロスコープ12bからの検出信号に基づいて方位変化量を算出する方位変化量演算部65と、GPS受信機12aから得たGPS測位データに基づいて絶対位置を算出する絶対位置演算部67とを備えている。

【0052】この内、停止判定部53は、加速度センサ12cからの検出信号に基づいて車両が停止しているかを判定し、その判定結果を2つのオフセット誤差計測部51、61と、傾斜角演算部54と、車速演算部55とに出力する。そして、2つのオフセット誤差計測部51、61は、それぞれ停止判定部53からの停止判定結果も参照して、加速度センサ12cのオフセット誤差(ϵ_S)、ピッチレートセンサ12dのオフセット誤差(ϵ_J)を計測する。この処理については後述する。

【0053】一方、傾斜角演算部54は、加速度センサ12cからの検出信号及びピッチレートセンサ12dからの検出信号に基づくと共に、停止判定部53からの停止判定結果も参照して、車両が存在している走行路面の傾斜角(θ)を算出する。つまり、加速度センサ12cからの出力値は、路面に平行な車両の進行方向加速度 α 、重力加速度 g 、路面の傾斜角 θ 及び加速度センサ12cのオフセット誤差 ϵ_S を用いて $S = \alpha + g \sin \theta + \epsilon_S$ と表される。オフセット誤差記憶部52にはオフセット誤差(ϵ_S)が記憶されているため、加速度センサ12cからの出力値 S から減算することで、 $S - \epsilon_S = \alpha + g \sin \theta$ となる。ここで、車両が停止している場合には $\alpha = 0$ となるので、傾斜角演算部54への入力値($S - \epsilon_S$)は $g \sin \theta$ となる。したがって、路面傾斜角 θ の値を得ることができる。なお、この路面傾斜角 θ は車両が停止している状態での値である。したがって、車両が走行中の場合の路面傾斜角 θ を求めるには、ピッチレートセンサ12dからの出力を用いる。つまり、ピッチ角はピッチレートセンサ12dの出力を積分することによって求めるが、このピッチ角は絶対角度ではなく相対的に変化した角度である。したがって、加速度センサ12cの出力値から求めた停車時の値に、ピッチレ

トセンサ12dの出力を積分することによって求めたピッチ角度を足し込めば、走行中の車両において、実際の路面傾斜角を検出することができる。

【0054】車速演算部55は、加速度センサ12cからの出力Sを補正した値($S - \epsilon S$)及び傾斜角演算部54にて算出された路面傾斜角(θ)に基づくと共に、停止判定部53からの停止判定結果も参照して、車速Vを算出する。そして、移動距離演算部56は、車速演算部55にて算出された車速Vに基づいて移動距離を算出する。なお、停止判定部53からの判定結果が車速演算部55にも入力されているのは、停止している際には車速が0であるため、あえて車速演算を行う必要がないからである。つまり、余分な演算を行わないようにしている。

【0055】相対位置演算部57は、移動距離演算部56にて算出された移動距離及び方位変化量演算部65にて算出された方位変化量に基づいて、車両の相対位置を算出する。そして、位置演算部58は、相対位置演算部57にて算出された車両の相対位置を、絶対位置演算部67にて算出された車両の絶対位置に基づいて補正し、最終的な車両の現在位置としてナビゲーション実行部70へ出力する。

【0056】続いて、加速度センサ12cのオフセット誤差(ϵS)を計測するオフセット誤差計測部51における計測処理について説明する。上述したように、本実施例の加速度センサ12cは検査軸が1つであり、図3に示すように、車両の進行方向と加速度センサ12cの感度方向が一致することを前提とする。なお、車両の進行方向と加速度センサ12cの感度方向が一致するということは、加速度センサ12cの検査軸が車両の鉛直方向に沿って配置されていることを意味する。

【0057】図4には、加速度センサ12cのオフセット誤差(ϵS)を計測する際に実行される処理手順を示すフローチャートである。このフローチャートに沿って説明する。まず、最初のステップS110では、ユーザからの入力受付を行う。これは、図示しないリモコンを介してリモコンセンサ21から、あるいは操作スイッチ群20からの入力を受け付ける。そして、その入力が入差計測モードを指示するものであるか否かを判断し(S120)、入差計測モードを指示していれば(S120: YES)、S130へ移行してユーザからの最初の計測指示を待つ。

【0058】ユーザは所定の場所で車両を停止させ、その状態で計測指示を入力する。上記同様、操作スイッチ群20などから入力すればよい。この最初の計測指示があった場合には(S140: YES)、S150へ移行して、その時点での加速度センサ12cの出力値 S_1 を計測し、一時的に記憶しておく。

【0059】その後、S160へ移行してユーザからの2回目の計測指示を待つ。この2回目の計測指示の前

に、ユーザは車両を同位置において180deg反転させて停止させる。つまり、車両の前後を反転させて停止させる。その状態で2回目の計測指示を入力する。上記同様、操作スイッチ群20などから入力すればよい。この2回目の計測指示があった場合には(S170: YES)、S180へ移行して、その時点での加速度センサ12cの出力値 S_2 を計測し、一時的に記憶しておく。

【0060】そして、S190へ移行し、S150及びS180にて計測・記憶した2つのセンサ出力値 S_1 、 S_2 の平均値を算出してオフセット誤差(ϵS)とする。このように算出することでオフセット誤差(ϵS)となり得る点について説明する。

【0061】この場合の加速度センサ12cの出力値Sの一般式は、上述した式1aのようになる。つまり、 $S = \alpha + g \sin \theta + \epsilon S$ となる。S150にて計測したセンサ出力値 S_1 は、停車時の値であるので、路面に平行な車両の進行方向加速度 α が0であり、この場合のオフセット誤差を ϵS_1 とすると、上述した式1bのように表される。つまり、 $S_1 = g \sin \theta + \epsilon S_1$ となる。

【0062】一方、S180にて計測したセンサ出力値 S_2 は、車両を同位置において180deg反転させて停止させた状態での出力値である。路面の傾斜角(θ)は同じであるため、この場合のオフセット誤差を ϵS_2 とすると、上述した式1cのように表される。つまり、 $S_2 = -g \sin \theta + \epsilon S_2$ となる。

【0063】そして、これら2つの出力値 S_1 、 S_2 を加算すると、上述した式1eのようになる。つまり、 $S_1 + S_2 = \epsilon S_1 + \epsilon S_2$ となる。オフセット誤差 ϵS_1 、 ϵS_2 は、上述したようにセンサ固有の値であり路面状況によっては不変である。したがって、 $\epsilon S_1 = \epsilon S_2 = \epsilon S$ としてよい。

【0064】そのため、 $S_1 + S_2 = 2 \epsilon S$ と変形でき、両辺を2で割れば、オフセット誤差 ϵS は、上述した式1fのよう表される。つまり、 $\epsilon S = (S_1 + S_2) / 2$ となる。これは、センサ出力値 S_1 、 S_2 の平均値である。このようにして加速度センサ12cのオフセット誤差(ϵS)を求めることができるが、このオフセット誤差 ϵS は、基本的には不変であるので、車両に取り付けた後、一度実施するだけでよい。なお、「基本的には不変」としたのは、例えば経時変化で多少の変化を生じる場合もあるからである。その点を考慮するのであれば、適当な期間が経過した時点で再度実施すればよい。

【0065】そして、このように計測されたオフセット誤差(ϵS)は、オフセット誤差記憶部52に記憶され、加速度センサ12cからの出力値(S)から減算される。つまり、加速度センサ12cの出力値(S)からオフセット誤差(ϵS)分を補正するのである。

【0066】次に、ピッチレートセンサ12dのオフセット誤差(ϵJ)を計測するオフセット誤差計測部61における計測処理について説明する。本実施例のピッチ

レートセンサ12dは、角速度センサを車両ピッチ方向検出用に取り付けて構成してある。角速度センサの出力値Jの一般式は、角速度 ω 、オフセット誤差 ε Jを用いて $J = \omega + \varepsilon J$ と表される。そして、停車中は $\omega = 0$ となるので、停車中の出力値 $J = \omega J$ がオフセット誤差となる。

【0067】したがって、オフセット誤差計測部61は、停止判定部53にて停止状態であると判定された場合にピッチレートセンサ12dからの出力 $J = \omega J$ を計測し、オフセット誤差(εJ)記憶部62に記憶させる。その後は、ピッチレートセンサ12dの出力値Jからオフセット誤差 εJ を減算して補正した値を傾斜角演算部54へ出力することとなる。

【0068】このように、本実施例のナビゲーション装置1においては、現在位置検出のために用いる加速度センサ12cはECUへの配線を必要としないため、車速パルスのような速度信号を取り出す車速センサと比べて、車両に後付けする場合であっても配線工事が不要となりユーザへの負担がない。また、車両の種類によっては設計上の問題からは配線できない場合も考えられ、さらには、ECU(電子制御装置)に対して配線工事をすることとなるため、ECUが誤動作する危険も拭いきれないので、このようなECUへの配線を必要としない加速度センサ12cを用いるメリットはある。

【0069】そして、加速度センサを用いた先行技術にあっては、路面の傾斜角の影響は除去できるかもしれないが、加速度センサ固有のオフセット誤差(零点出力値)を取り除くことはできなかったが、本実施例の場合には、加速度センサ12c固有のオフセット誤差を適切に検出できる。また、ピッチレートセンサ12dについても、センサ固有のオフセット誤差を適切に検出できる。

【0070】そのため、そのオフセット誤差に基づいて補正すれば、誤差が累積演算されて無視できないほど大

$$\begin{aligned} (S_1 - \varepsilon S_1)^2 + (S_2 - \varepsilon S_2)^2 &= g^2 [\cos\{(\pi/4) - \theta\}^2 + \cos\{(\pi/4) + \theta\}^2] \\ &= g^2 [\{\cos(\pi/4)\cos\theta + \sin(\pi/4)\sin\theta\}^2 \\ &\quad + \{\cos(\pi/4)\cos\theta - \sin(\pi/4)\sin\theta\}^2] \\ &= g^2 [2\{\cos(\pi/4)\cos\theta\}^2 + 2\{\sin(\pi/4)\sin\theta\}^2] \\ &= g^2 (\cos^2\theta + \sin^2\theta) \\ &= g^2 \end{aligned}$$

この $(S_1 - \varepsilon S_1)^2 + (S_2 - \varepsilon S_2)^2 = g^2$ という式は、図6に示すように、 S_1 、 S_2 平面上における中心座標 $(\varepsilon S_1, \varepsilon S_2)$ 及び半径gの円の方程式である。このことより、第1の検出軸による加速度センサの出力値 S_1 及び第2の検出軸による加速度センサの出力値 S_2 は、上記方程式で表される円上に位置することとなる。

【0074】そのため、図7に示すように3組の出力値 (S_{11}, S_{21}) 、 (S_{12}, S_{22}) 、 (S_{13}, S_{23}) を取得し、 S_1 、 S_2 平面上において、各出力値 $(S_{11},$

きな誤差になる、という問題を適切に解消できる。そしてさらに、このように補正された出力値を用いれば、その出力値を用いて行われる車速演算、移動距離演算、そして相対位置の演算を適切に行うことができる。つまり、従来のように、誤差が累積演算されて無視できないほど大きな誤差になり正確な現在位置検出ができなくなる、という問題を解消できる。

【0071】[第2実施例] 上述した第1実施例では、加速度センサ12cが1つの検出軸しか持たないものを想定したが、2つの検出軸を持つものであれば、次のようにしてオフセット誤差(εS)を検出することもできる。なお、検出手法が異なるだけで、適用した場合の装置構成としては、図1、2に示した第1実施例の場合と同様であるので繰り返し説明はしない。

【0072】ここでは、図5に示すように、2つの検出軸が車両の鉛直軸に対して互いに反対方向に45degだけ傾けられた2軸の加速度センサを考える。つまり、第1の検出軸が車両の鉛直軸を基準として45deg傾いているとすると、第2の検出軸は車両鉛直軸から-45deg傾いていることとなる。以下の説明では、第1の検出軸の方向を正として考える。

【0073】この場合の第1の検出軸による加速度センサの出力値 S_1 及び第2の検出軸による加速度センサの出力値 S_2 の一般式は、下式のように表される。

$$S_1 = \alpha \cos(\pi/4) + g \cos\{(\pi/4) - \theta\} + \varepsilon S_1$$

$$S_2 = -\alpha \cos(\pi/4) + g \cos\{(\pi/4) + \theta\} + \varepsilon S_2$$

そこで、まず車両を停止させた状態で、第1の検出軸による加速度センサの出力値 S_1 及び第2の検出軸による加速度センサの出力値 S_2 を取得する。停車時は、路面に平行な車両の進行方向加速度 α が0であるため、下式のように変形される。

$$S_1 = g \cos\{(\pi/4) - \theta\} + \varepsilon S_1$$

$$S_2 = g \cos\{(\pi/4) + \theta\} + \varepsilon S_2$$

そして、この式を変形すると、下式のようになる。

(S_{11}, S_{21}) 、 (S_{12}, S_{22}) 、 (S_{13}, S_{23}) を中心座標 $(\varepsilon S_1, \varepsilon S_2)$ とする半径gの円を例えばメモリ上で描画する。なお、図7では各円を破線で示した。また、図7においては、理解を容易にするために3組の出力値 (S_{11}, S_{21}) 、 (S_{12}, S_{22}) 、 (S_{13}, S_{23}) に差を付け、3つの円の区別が明瞭になるようにした。実際には、これら3組の出力値 (S_{11}, S_{21}) 、 (S_{12}, S_{22}) 、 (S_{13}, S_{23}) はもともと近い値である。

【0075】このようにすれば、それら3つの円の交点

座標が、上述した円の方程式における中心座標 ($\varepsilon S_1, \varepsilon S_2$) となる。なお、3組の出力値 ($S_{1,1}, S_{2,1}$), ($S_{1,2}, S_{2,2}$), ($S_{1,3}, S_{2,3}$) とは、出力値自体が異なっている (つまり座標自体が異なっている) ことを意味する。これらが異なると、少なくとも3つの異なる円が想定できず、それらの交点が一義的に定まらないからである。

【0076】これによって、第1、第2の検出軸のオフセット誤差 $\varepsilon S_1, \varepsilon S_2$ を検出できる。そして、第1実施例の場合には、車両の向きを同じ場所で反転させると

いう行為が不可欠となるが、第2実施例の場合には、停車時に取得するだけでよいので、ユーザの負担は軽減する。

【0077】なお、以上の説明においては、第1及び第2の2つの検出軸が車両の鉛直軸に対してそれぞれ 45 deg , -45 deg だけ傾けられた2軸の加速度センサを想定したが、それ以外の傾きを持つ2軸の加速度センサであっても、 45 deg , -45 deg 成分を考えれば同様に適用できる。つまり、任意の角度であっても、その取付角度が判れば、第1の検出軸の場合であれば 45 deg 成分、第2の検出軸の場合であれば -45 deg 成分を算出することは容易にできるので、その算出した出力値成分 (45 deg 成分, -45 deg 成分) を用いて同様の処理を実行すればよい。

【0078】【第3実施例】上述の第2実施例においては、図7に例示したように、3組の出力値 ($S_{1,1}, S_{2,1}$), ($S_{1,2}, S_{2,2}$), ($S_{1,3}, S_{2,3}$) を取得し、各組に対応して S_1, S_2 平面上における中心座標 (S_1, S_2) 及び半径 g の円を想定し、それら複数の円の交点座標が ($\varepsilon S_1, \varepsilon S_2$) となることに基づいて、第1、第2の検出軸のオフセット誤差 $\varepsilon S_1, \varepsilon S_2$ を検出する手法を採用した。しかし、図7に関する説明でも述べたように、図7では理解を容易にするために3組の出力値 ($S_{1,1}, S_{2,1}$), ($S_{1,2}, S_{2,2}$), ($S_{1,3}, S_{2,3}$) に差を付けて3つの円の区別が明瞭になるようにしたのであって、実際には、これら3組の出力値 ($S_{1,1}, S_{2,1}$), ($S_{1,2}, S_{2,2}$), ($S_{1,3}, S_{2,3}$) はもっと近い値である。また計測誤差なども存在するため、複数の円が1点で交わらない場合も考えられる。

【0079】したがって、第3実施例では、このような計測誤差などが生じる場合であっても第1、第2の検出軸のオフセット誤差 $\varepsilon S_1, \varepsilon S_2$ を検出するために次のような手法を採用した。すなわち、出力値成分の組 (S_1, S_2) を少なくとも異なる3組分取得した後、それら少なくとも3組の出力値成分の S_1, S_2 平面上における近似直線を接線とする円であって、少なくとも3組の出力値成分の接点とする半径 g の円を想定し、その円の中心座標が ($\varepsilon S_1, \varepsilon S_2$) を求めることにより、第1、第2の検出軸のオフセット誤差 $\varepsilon S_1, \varepsilon S_2$ を検出するのである。

【0080】ここで、具体的な求め方の一例を示す。

①少なくとも3組の出力値成分から最小2乗法で近似した直線を軸1とする。

②少なくとも3組の出力値成分の重心を通り、軸1に直交する直線を軸2とする。

【0081】③円の中心座標 ($\varepsilon S_1, \varepsilon S_2$) の初期値を (0, 0) とする。

④初期値から軸1方向に円の中心を2分法で移動し、円と少なくとも3組の出力値成分との距離の和が最小になる中心を探す。

⑤上記④で求めた中心から軸2方向に円の中心を2分法で移動し、円と少なくとも3組の出力値成分との距離の和が最小になる中心を探す。

【0082】⑥この円の中心座標 ($\varepsilon S_1, \varepsilon S_2$) を第1、第2の検出軸のオフセット誤差 $\varepsilon S_1, \varepsilon S_2$ とする。

【その他】

(1) 上述の実施例はナビゲーション装置1として実現したが、検出した現在位置を用いてナビゲーション以外の処理を実行する装置に適用することもできる。

【0083】(2) また、上述の実施例では、算出された方位変化量と移動距離とに基づいて得た相対位置と、GPS測位情報に基づいて得た絶対位置とに基づいて車両の現在位置を推測航法演算するようにしたが、さらにマップマッチング処理によって車両現在位置を補正するようにしてもよい。マップマッチングによる補正は、推測航法に基づいて算出した車両の現在位置に至る走行軌跡を、地図データに基づく道路情報と比較して位置推定を行うというものである。

【0084】(3) また、ジャイロスコープ12bは方位センサの一例であり、例えば地磁気によるものや左右の操舵輪の回転差などから得られる車両のステアリング角を累積して方向を求めるもの等を用いてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例としてのナビゲーション装置の全体構成を示すブロック図である。

【図2】 現在位置検出部の機能ブロック図である。

【図3】 1軸の加速度センサの感度方向などを示す説明図である。

【図4】 加速度センサのオフセット誤差を計測する手順を示すフローチャートである。

【図5】 2軸の検出軸を持つ第2実施例の加速度センサの取付状態を示す説明図である。

【図6】 第2実施例の加速度センサのオフセット誤差を計測する手法を説明するための図である。

【図7】 第2実施例の加速度センサのオフセット誤差を計測する手法を説明するための図である。

【符号の説明】

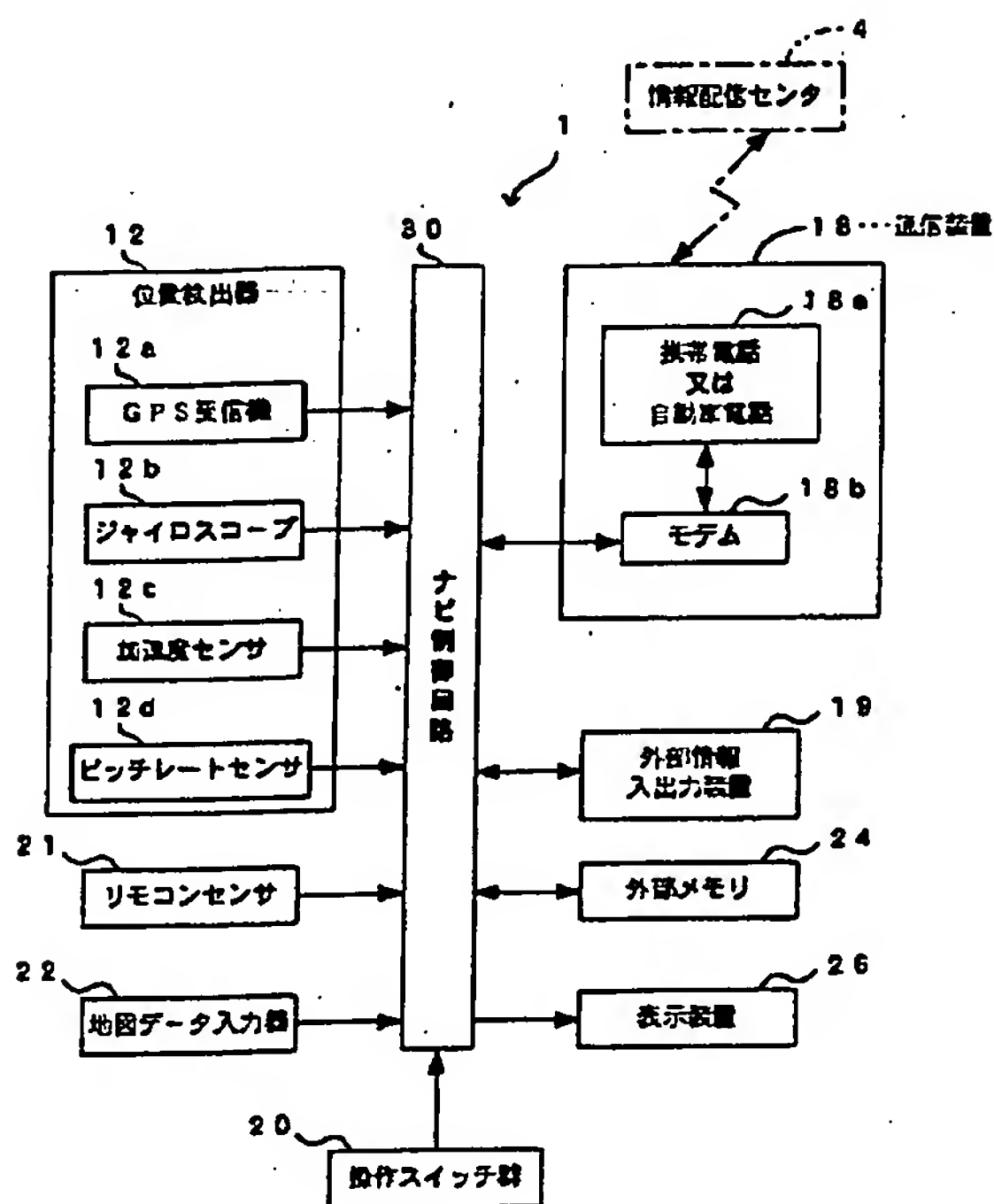
1…ナビゲーション装置

4…情報配信セン

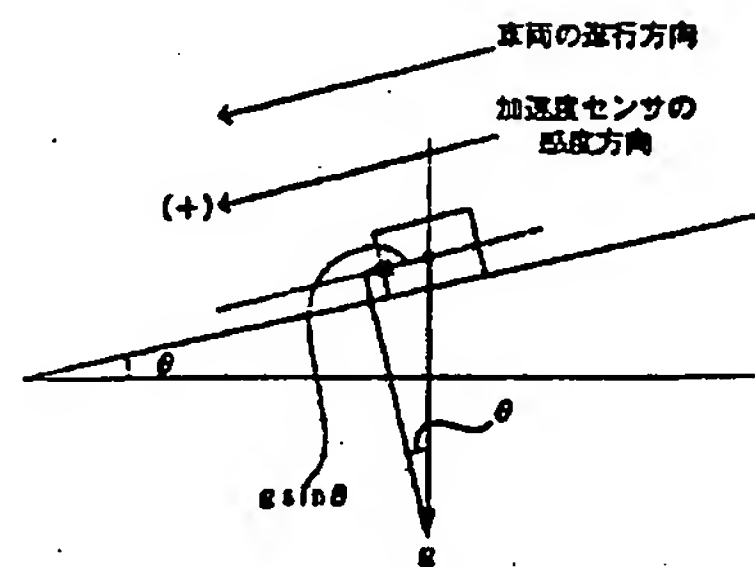
- 12…位置検出器
機
12b…ジャイロ스코プ
ンサ
12d…ピッチレートセンサ
18a…無線電話装置
19…外部情報入出力装置
群
21…リモコンセンサ
力器
24…外部メモリ
30…ナビ制御回路
- 12a…GPS受信
部
12c…加速度セ
ンサ
18…通信装置
18b…モデム
20…操作スイッチ
群
22…地図データ入
力器
26…表示装置
50…現在位置検出

- 部
51…オフセット誤差計測部
52…オフセット誤
差記憶部
53…停止判定部
54…傾斜角演算部
55…車速演算部
56…移動距離演算
部
57…相対位置演算部
58…位置演算部
61…オフセット誤差計測部
62…オフセット誤
差記憶部
65…方位変化量演算部
67…絶対位置演算
部
70…ナビゲーション実行部

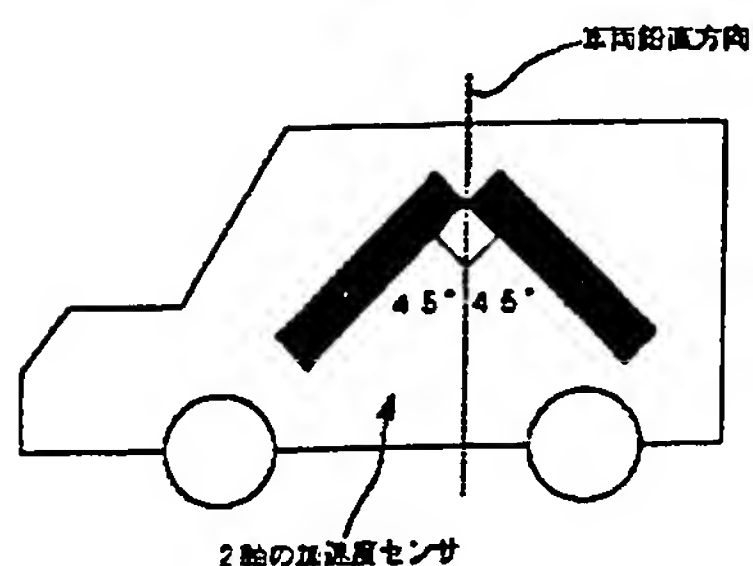
【図1】



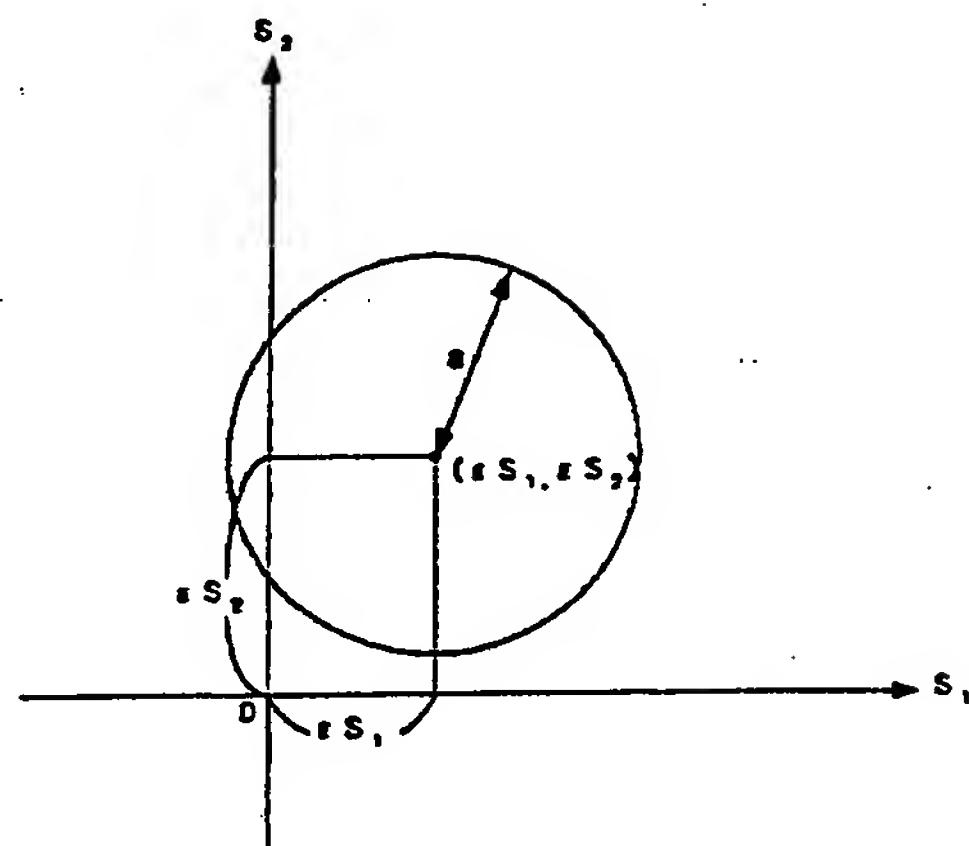
【図3】



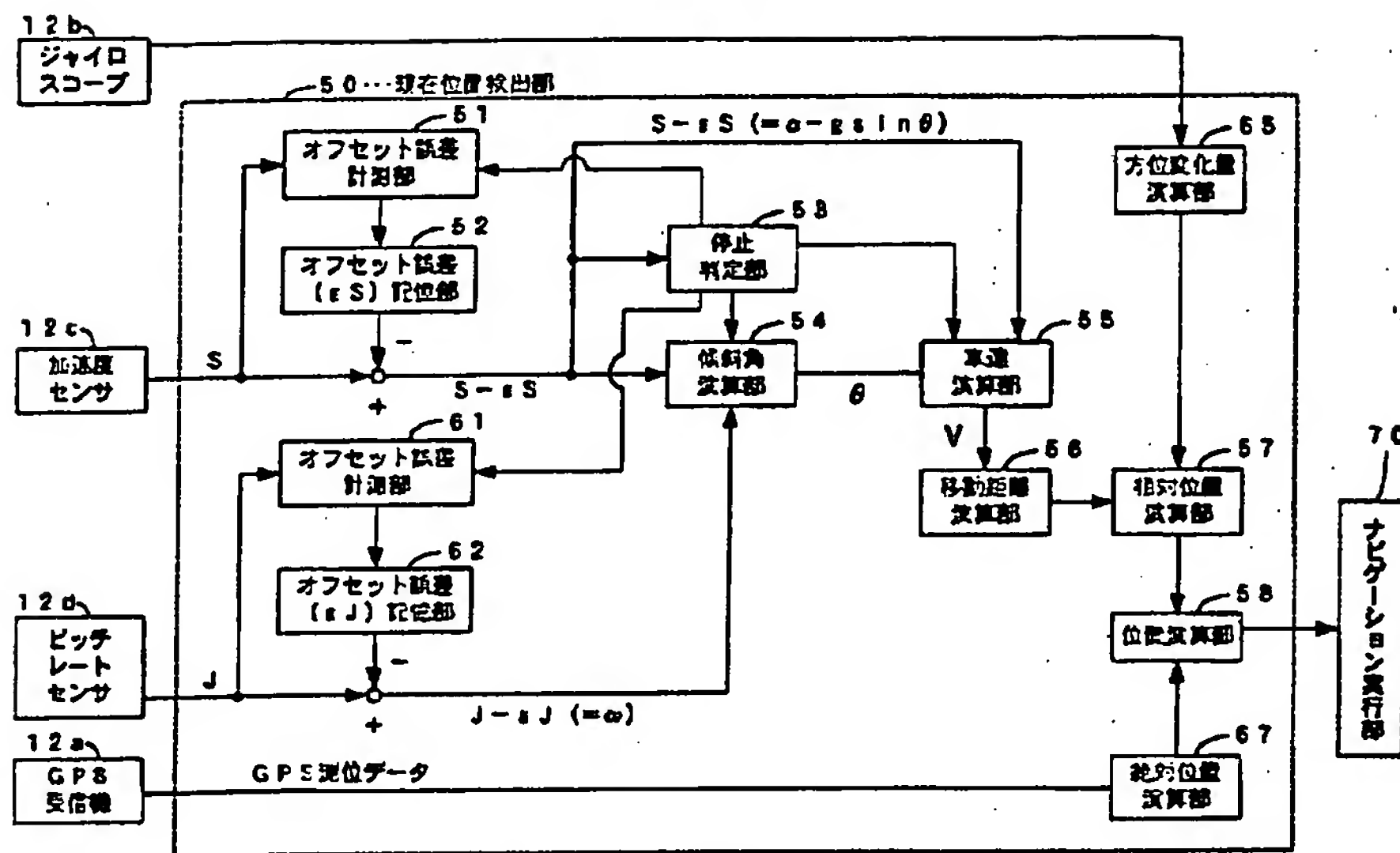
【図5】



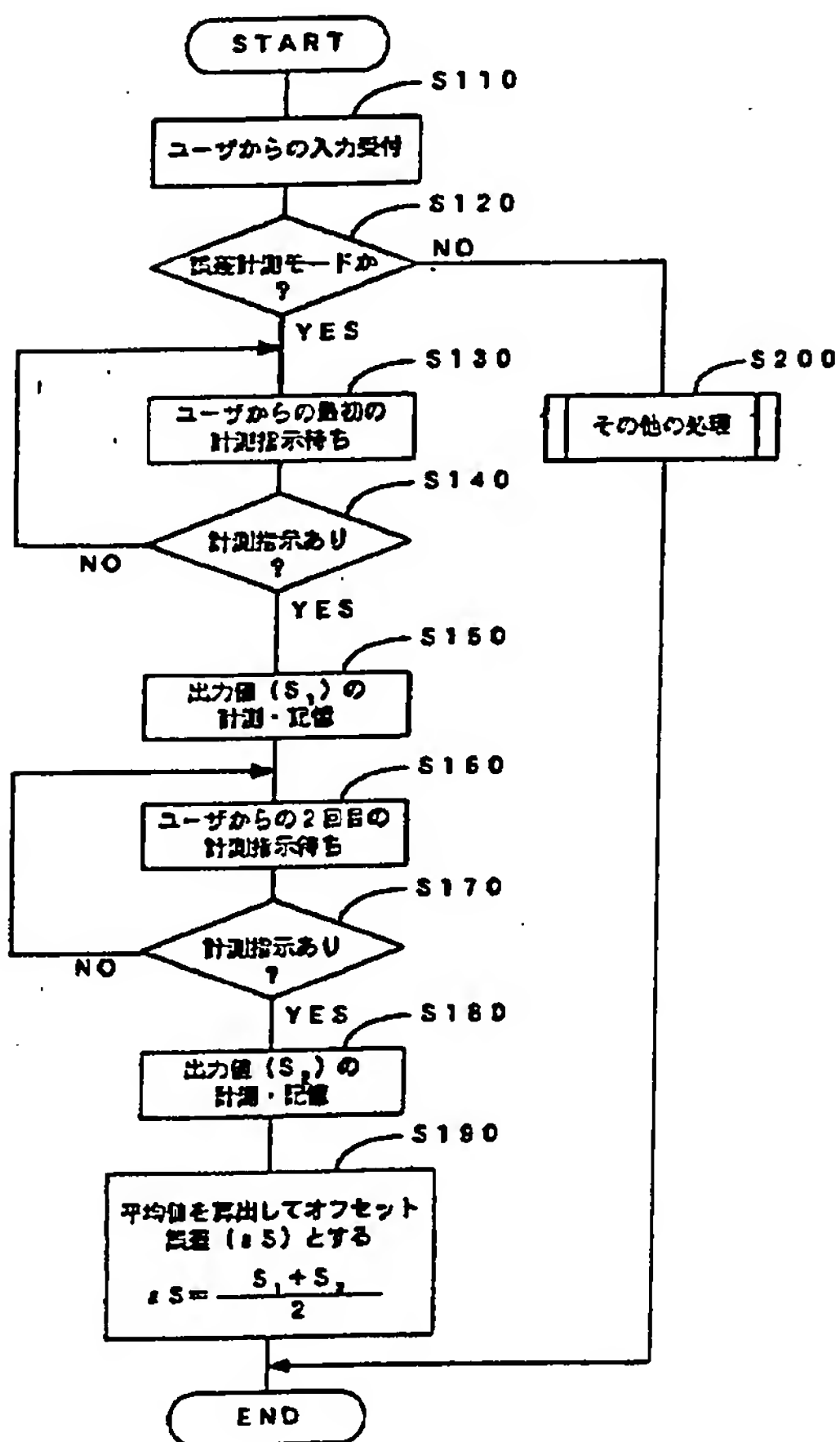
【図6】



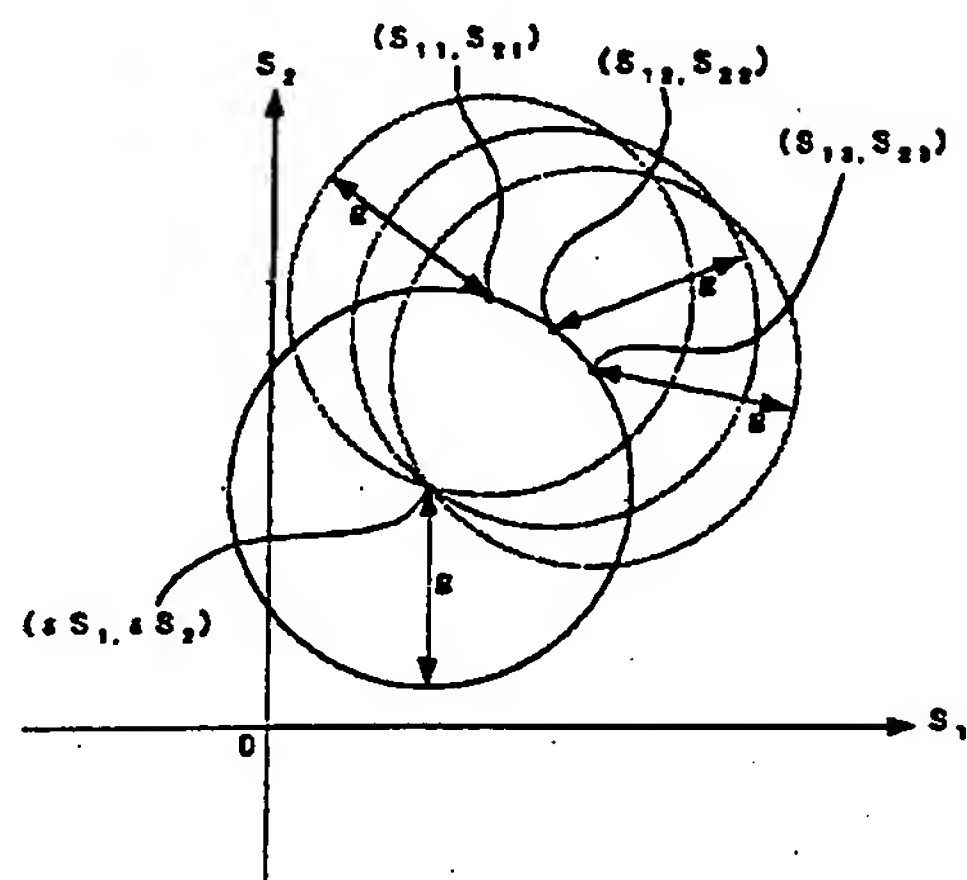
【図2】



【図4】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 松原 慶幸
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72)発明者 高見 雅之
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

Fターム(参考) 2F029 AA02 AB01 AB07 AB09 AC01
AC02 AC04 AD03
2F105 AA02 BB08 BB17

【引用文献】

特願2002-127400 (特開2003-322533) 拒絶理由通知(被) パイオニア株式会社